

Les parasites larvaires de *Coelaenomenodera elaeidis* Mlk., hispine du palmier à huile en Afrique occidentale

Introduction à une méthode de lutte biologique

D. MARIAU (1), R. PHILIPPE (2) et R. LECOUSTRE (2)

Résumé. — A *Coelaenomenodera elaeidis* sont associés 3 principaux parasites larvaires : *Sympiesis aburiana* Waterst., *Pediobius setigerus* Kerrich. et *Cotterellia podagrica* Waterst. Les caractéristiques biologiques de ces 3 parasites sont données ; des détails sont également fournis, principalement sur le spectre parasitaire et l'efficacité de ces parasites les uns par rapport aux autres et suivant que l'hôte se trouve à l'état endémique ou en état de pullulation. Compte tenu du spectre relativement peu étendu de ces parasites et de leur mauvais comportement lorsque les différents stades de l'hôte ne sont pas en mélange mais se présentent successivement, il a été envisagé de compléter ce stock parasitaire en introduisant d'autres espèces. Ces tentatives d'introduction feront l'objet de deux études ultérieures.

INTRODUCTION

Observé pour la première fois dans les années 1920 par Maulik [2] *Coelaenomenodera elaeidis* avait été peu étudié jusqu'à ces 10 dernières années. Les travaux parus pendant cette période se sont principalement attachés à la description du ravageur et de ses parasites, à ses dégâts ainsi qu'à la mise au point de méthodes de lutte par voie chimique. Après une étude assez complète des divers aspects de la biologie du ravageur, l'I. R. H. O., en collaboration avec la SODEPALM (3), recherche les possibilités de mettre au point une méthode de lutte biologique. Les traitements chimiques par voie terrestre ou par avion, en raison du comportement mineur du ravageur, de son potentiel reproducteur élevé et de l'importante masse foliaire du palmier, n'assurent généralement pas une mortalité suffisante pour juguler un foyer de pullulation. De plus de telles interventions se révèlent être très nocives à l'égard des divers parasites et prédateurs. Depuis la parution des études sur les parasites larvaires [1], des précisions ont été apportées sur leur comportement et leur rôle dans la dynamique des populations. Les résultats obtenus ont permis d'orienter les recherches et de dégager le principe d'une méthode de lutte biologique.

LES PARASITES LARVAIRES DE *COELAEENOMENODERA ELAEIDIS*

Les larves de l'hispine sont attaquées par 3 principaux parasites appartenant à la famille des *Eulophidae* (*Hymenoptera Chalcidoidea*). Il ne sera pas question d'un quatrième parasite *Closterocerus africanus* qui a un rôle négligeable dans la limitation des populations de *C. elaeidis*.

1. — *Sympiesis (Dimmockia) aburiana* Waterst.

Généralités.

Les œufs sont pondus dans la galerie larvaire et adhèrent au corps de l'hôte au cours de ses déplacements. La larve vit en ectoparasite (Fig. 1), la nymphose s'effectuant dans la galerie après que la larve ait fixé l'extrémité de son abdomen par un court filament. La durée complète du cycle de développement est de 14,5 jours. Dans les conditions de laboratoire (26 °C, 85 p. 100 d'humidité et 12 h à 1 500 lux d'éclairement) les femelles pondent en moyenne 50 œufs. Dans ces mêmes conditions la durée de vie moyenne des femelles est de 32 jours (4 à 64) et de 19,5 jours pour les mâles (3 à 43). L'accouplement peut avoir lieu dès la sortie de la galerie. Les femelles non accouplées ne donnent naissance qu'à des mâles (parthénogenèse arrhénotoque).

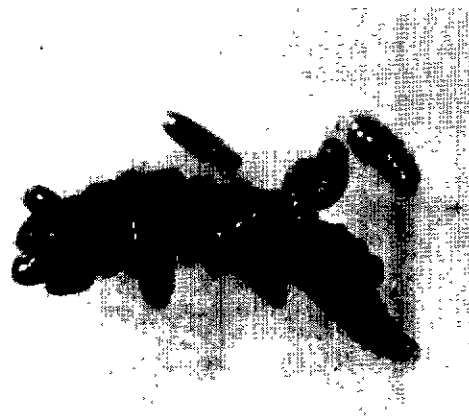


FIG. 1. — Larves de *Sympiesis aburiana* vivant en ectoparasite (*S. aburiana* larvae living as ectoparasites).

Spectre parasitaire.

Dans les conditions naturelles on a examiné les galeries larvaires de plusieurs populations différentes

(1) Département Entomologie, Station de Port-Bouët — B. P. 7013 — Aéroport Abidjan (Côte-d'Ivoire).

(2) Service Entomologie, Station de La Mé — B. P. 13 — Bingerville (Côte-d'Ivoire).

(3) SODEPALM — Société pour le Développement du Palmier à huile et du Cocotier en Côte-d'Ivoire.

et noté le nombre d'individus parasités par stade. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau I.

TABLEAU I. — Spectre parasitaire de *S. aburiana*.
Nombre de larves de *C. elaeidis* parasitées

(Parasite spectrum of *S. aburiana*.
Number of *C. elaeidis* larvae parasited)

Stades (Stages)	Populations			Total	
	1	2	3	Nbre (N°)	p. 100
Larves 1 ^{er} st. (Larvae-1st stage)	0	0	0	0	0
Larves 2 ^e à début 3 ^e st. (Larvae 2nd - start 3rd stage)	0	9	10	19	4,1
Larves fin 3 ^e à début 4 ^e st. (Larvae end 3rd-start 4th stage)	6	34	32	72	15,5
Larves fin 4 ^e st. (Larvae end 4th stage)	118	105	150	373	80,2
Nymphes (Pupae)	0	0	1	1	0,2

TABLEAU II. — Nombre d'individus par hôte (Number of individuals per host)

Stades (Stages)	Nombre d'hôtes (No. of hosts)	Nombre de larves ou nymphes de <i>Sympiesis</i> (No. of larvae or pupae of <i>Sympiesis</i>)	Nombre moyen de parasite/hôte (Mean no. of parasites/host)
2	21	123	5,9
3	89	551	6,2
4	261	1 596	6,1

2. — *Pediobius setigerus* Kerrich.

Généralités.

Il s'agit d'un parasite interne, l'œuf étant pondue dans le corps de l'hôte. Toutefois peu de temps avant la mue nymphale la larve du parasite vient se fixer dans la galerie par un filament (Fig. 2). La durée du cycle de développement n'est pas connue avec une grande précision, l'élevage de *P. setigerus* n'ayant pu être mis au point. D'après les observations faites dans la nature on estime la durée du cycle à une quinzaine de jours. Le sex-ratio est très en faveur des femelles : 90 p. 100.



FIG. 2. — Galeries larvaires contenant des nymphes de *Pediobius setigerus* (Larva burrows containing pupae of *P. setigerus*).

S. aburiana s'intéresse donc surtout aux larves arrivées en fin de développement. Les larves de 1^{er} stade ne sont jamais parasitées et les nymphes de façon exceptionnelle.

Au laboratoire on a présenté aux parasites des galeries larvaires contenant des larves soit de 3^e stade, soit de 4^e stade ou des 2 stades simultanément. Avec des larves de 4^e stade le parasitisme a atteint 21 p. 100 (24 larves parasitées sur 114) alors qu'il n'a été que de 1,7 p. 100 pour les larves de 3^e stade (2 sur 120). Lorsque l'on présente les 2 stades simultanément 18 p. 100 des larves de 4^e stade sont parasitées (42 sur 228) alors que seulement 0,4 p. 100 des larves de 3^e stade le sont (1 sur 228). Les femelles de *S. aburiana* ne pondent donc que très peu sur des larves avant le 4^e stade même si elles y sont obligées.

Nombre d'individus par hôte.

On a relevé par stade le nombre de larves ou nymphes de *Sympiesis* (Tabl. II).

Quelle que soit la taille de l'hôte il y a à peu près le même nombre de parasites par larve.

Spectre parasitaire.

Comme cela a été fait pour *Sympiesis* on a examiné les populations larvaires dans différentes situations et noté le parasitisme au niveau des différents stades larvaires. Pour avoir une idée précise toutes les larves apparemment saines sont disséquées afin de dénombrer les parasites qu'elles peuvent contenir. A la loupe il est aisé d'observer les plus petites larves de parasites mais non les œufs. Compte tenu de la très courte durée de l'incubation il ne doit d'ailleurs pas être très fréquent d'en voir. Les résultats de ces observations sont consignés dans le tableau III.

Le spectre parasitaire de *P. setigerus* est donc sensiblement plus étendu que celui de *S. aburiana*. Toutefois les larves arrivées en fin de développement sont préférées aux stades 2 et 3 et les larves de 1^{er} stade ne sont jamais parasitées.

Nombre d'individus par hôte.

Au sein d'une population de *Coelaenomenodera* se trouvant à l'état endémique, c'est-à-dire présentant en permanence tous les stades de développement du ravageur, on a examiné les populations larvaires. Les larves apparemment saines ont été disséquées de façon à dénombrer les larves de parasites qu'elles pouvaient éventuellement contenir. On a dénombré séparément les larves parasitées alors que le parasite se trouvait au stade nymphal et compté le nombre de nymphes du parasite par dépouille larvaire de l'hôte. Les résultats de ces observations sont donnés dans le tableau IV.

TABLEAU III. — Spectre parasitaire de *P. setigerus*. Nombre de larves de *C. elaeidis* parasitées
(Parasite spectrum of *P. setigerus*. Number of *C. elaeidis* larvae parasited)

Populations.....	1		2		3		4		Moyenne des p. 100 (Mean p. 100)
Stades (Stages)	Nbre (No.)	p. 100	Nbre (No.)	p. 100	Nbre (No.)	p. 100	Nbre (No.)	p. 100	
Larves 1 ^{er} st. (Larvae 1st stage)....	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larves 2° à début 3° st. (Larvae 2nd- start 3rd stage).....	56	8,9	58	27,9	124	36,5	44	22,3	23,9
Larves fin 3° à début 4° st. (Larvae end 3rd-start 4th stage).....	138	21,8	32	15,4	69	20,3	52	26,4	21,0
Larves fin 4° st. (Larvae end 4 th stage).....	437	69,1	118	56,7	142	41,8	95	48,2	53,9
Nymphes (Pupae)	1	0,2	0	0	5	1,5	6	3,0	1,2

TABLEAU IV. — Nombre d'individus (Number of individuals) *P. setigerus*/hôte (/host)

Stades du parasite (Stages of parasite)	Stades de l'hôte (Stages of host)								
	Larves (Larvae) 2 ^e st.			Larves (Larvae) 3 ^e st.			Larves (Larvae) 4 ^e st.		
	Nombre (No.)		Nbre moy./ hôte (Mean no./host)	Nombre (No.)		Nbre moy./ hôte (Mean no./host)	Nombre (No.)		Nbre moy./ hôte (Mean no./host)
	hôtes (hosts)	para- sites		hôtes (hosts)	para- sites		hôtes (hosts)	para- sites	
Larves (Larvae)	73	604	8,3	48	499	10,4	43	448	10,4
Nymphes (Pupae)	42	314	7,5	109	1 093	10,0	161	1 591	9,9

Une augmentation très importante de la taille de l'hôte n'entraîne qu'une faible augmentation du nombre de parasites. Une larve de *Coelaenomenodera* de 2^e stade ne mesure en fin de développement que de 2 à 2,4 mm alors qu'une larve juste avant la mue nymphale mesure de 4,8 à 6,8 mm. Pour une augmentation de la taille de l'hôte multipliée par 3 le nombre de larves de parasite par hôte n'augmente que de 20 p. 100. Apparemment la mortalité du parasite au stade larvaire est faible : il n'y a qu'une différence inférieure à 10 p. 100 entre le nombre de larves et le nombre de nymphes par hôte pour les larves de 2^e stade, ce chiffre est encore plus faible (moins de 5 p. 100) pour les larves de 3^e et 4^e stades.

Etant donné les très faibles populations larvaires observées lorsque l'insecte se trouve à l'état endémique et de façon à avoir un nombre d'individus suffisant ces observations ont été poursuivies pendant plusieurs mois. Pendant cette période on avait autant de chance d'observer le parasite au stade larvaire qu'au stade nymphal en tenant compte bien entendu de la durée de chacun de ces stades. Pour les larves de 4^e stade de *Coelaenomenodera*, dans 79 p. 100 des cas les parasites se trouvaient au stade nymphal. Le rapport nombre de larves de 4^e stade parasitées par des nymphes de parasite sur le nombre de larves parasitées par des larves de parasite est égal à 3,74. Ce rapport doit à peu près correspondre à celui qui existe entre la durée du stade nymphal de *P. setigerus* et celui des stades larvaires. On peut donc penser que la quasi-totalité des larves de 4^e stade de *Coelaenomenodera* assure le développement du parasite jusqu'à son terme. On remarque qu'il en va très différemment pour les stades plus jeunes (2^e et 3^e stades). Pour le 3^e stade 69 p. 100 des parasi-

tes se trouvent au stade nymphal et 36 p. 100 seulement pour le 2^e stade ; les rapports nombre de larves parasitées par des nymphes sur nombre de larves parasitées par des larves sont respectivement de 2,27 et de 0,58. Dans le cas des larves de 3^e stade, pour 48 larves parasitées par des larves on aurait dû, en adoptant le rapport de 3,74 calculé pour les larves de 4^e stade, observer 179 larves parasitées par des nymphes au lieu de 109, soit une perte de près de 40 p. 100. De même pour les larves de 2^e stade on aurait dû dénombrer 273 larves parasitées par des nymphes au lieu de 42, soit une perte de 85 p. 100. On constate donc le phénomène suivant : d'une part 60 p. 100 des larves de 3^e stade et seulement 15 p. 100 des larves de 2^e stade assurent aux larves de parasites qu'elles contiennent un développement normal jusqu'au stade nymphal avec, comme on l'a vu, une très faible mortalité, et d'autre part 40 p. 100 des larves de 3^e stade et 85 p. 100 des larves de 2^e stade meurent entraînant la mort de toutes les larves de parasites qu'elles contiennent.

En conclusion si on remarque que le spectre parasitaire de *P. setigerus* est beaucoup plus étendu que celui de *S. aburiana*, cet avantage est fortement contrecarré par le fait qu'un nombre très élevé des jeunes larves de *Coelaenomenodera* meurent avant d'avoir assuré le développement complet des parasites qu'elles contiennent.

3. — *Cotterellia podagrica* (Waterst.).

Généralités.

C'est un parasite interne strict, la nymphose s'effectuant dans la dépouille de l'hôte. Il n'y a jamais qu'un

seul parasite par hôte (Fig. 3). La durée du développement est beaucoup plus longue que pour les parasites précédents : 41 ou 42 jours (11 ou 12 jours pour la vie larvaire et 30 pour la nymphose). Le sexe du parasite est influencé par la taille de l'hôte. Les larves qui se nourrissent aux dépens des jeunes stades larvaires ne donnent naissance qu'à des mâles alors que les adultes qui sortent des nymphes de *Coelaenomenodera* sont toutes des femelles.

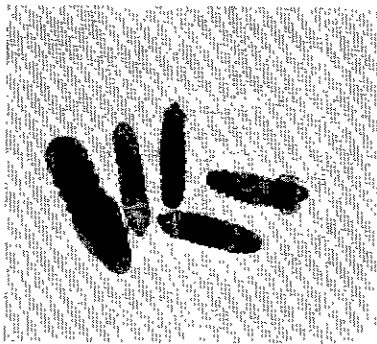


FIG. 3. — Nymphes et larves de *Coelaenomenodera* contenant une larve de *Cotterellia podagrica* (Pupae and larvae of *C. elaeidis* containing a *C. podagrica* larva).

Spectre parasitaire.

Dans une population de *Coelaenomenodera* se trouvant à l'état endémique on a examiné tous les individus de tous les stades larvaires et nymphal.

Dans les tableaux V et VI, qui résument les résultats des observations dans deux situations, on n'a pas fait figurer les larves de 1^{er} stade qui ne sont, en effet, jamais parasitées. Dans la colonne « nombre d'individus examinés » on a donné non seulement les individus vivants et parasités du stade considéré mais également les individus des stades ultérieurs, quel que soit leur état, et qui auraient pu être parasités lorsqu'ils sont passés par les stades plus jeunes.

Comme pour *P. setigerus* on remarque que le spectre parasitaire de *C. podagrica* peut être assez variable d'un endroit à l'autre et qu'il est encore plus étendu que celui de *P. setigerus*. En effet alors que ce dernier ne s'attaquait pratiquement pas aux nymphes, l'activité de *C. podagrica* peut être dans certains cas presque aussi élevée sur les nymphes que sur les jeunes larves ou celles qui sont plus âgées. Malgré son large spectre parasitaire ce parasite présente un intérêt réduit en raison de son long cycle de développement. Il ne peut pas, en effet, accomplir plus d'un cycle au cours du cycle larvaire de *Coelaenomenodera*. On verra qu'en état de pullulation il présente encore moins d'intérêt.

TABLEAU V. — Spectre parasitaire de (Parasite spectrum of) *C. podagrica* (1^{er} ex.)

Stades de l'hôte (Stages of host)	Nombre d'individus (No. of individuals)		p. 100 parasitisme	p. 100 par rapport au parasitisme sur les larves de 4 ^e stade (p. 100 compared to parasitism of 4th stage larvae)
	examinés (examined)	parasités (parasited)		
Larves de 2 ^e st. (Larvae : 2nd st.)	1 856	86	4,6	94
Larves de 3 ^e st. (Larvae : 3rd st.)	1 319	15	1,2	24
Larves de 4 ^e st. (Larvae : 4th st.)	844	41	4,9	100
Nymphes (Pupae)	599	6	1,0	20

TABLEAU VI. — Spectre parasitaire de (Parasite spectrum of) *C. podagrica* (2^e ex.)

Larves du 2 ^e au début du 4 ^e st. (Larvae 2nd-start 4th st.)	2 203	84	3,8	46
Larves de fin de 4 ^e st. (Larvae : end 4th st.)	1 260	103	8,2	100
Nymphes (Pupae)	349	26	7,4	90

EFFICACITÉ COMPARÉE DES PARASITES LARVAIRES

1. — Importance relative des différents parasites.

On a d'abord étudié au sein de populations de *Coelaenomenodera* se trouvant soit à l'état endémique, soit à l'état de pullulation, l'importance relative des 3 principales espèces de parasites larvaires les unes par rapport aux autres.

Pour ces 2 types de population on a examiné sur plusieurs plantations les populations larvaires de *Coelaenomenodera* et, après dissection des larves apparemment saines, dénombré celles qui étaient

attaquées par tel ou tel parasite. Les résultats de ces observations sont donnés dans le tableau VII.

On remarque que quel que soit l'état de la population du ravageur c'est toujours *P. setigerus* qui est l'espèce dominante. Cela s'explique par son spectre parasitaire assez étendu. Si, à l'état endémique, *C. podagrica* se développe assez bien, il devient très rare lorsque le ravageur se trouve être en état de pullulation. On sait que dans ce dernier état on rencontre successivement des larves des différents stades. Il est toutefois possible de rencontrer simultanément des larves de tous âges mais pendant la période courte n'excédant pas 2 à 3 semaines. On a vu également que les jeunes stades larvaires parasités par *Cotterellia*

TABLEAU VII. — Importance relative des parasites larvaires (*Relative importance of larval parasites*)

Stades de l'hôte (<i>Stages of host</i>)	Parasites larvaires (<i>Larval parasites</i>)	Etat des populations de <i>Coelaenomenodera</i> (<i>Situation of Coelaenomenodera populations</i>)					
		Pullulation			Endémie (<i>Endemic</i>)		
		Nombre d'hôtes parasités (<i>No. of hosts parasited</i>)		p. 100 moyen (<i>mean</i>)	Nombre d'hôtes parasités (<i>No. of hosts parasited</i>)		p. 100 moyen (<i>mean</i>)
		exemple (<i>example</i>) 1	2		exemple (<i>example</i>) 1	2	
Larves de 2 ^e st. (<i>Larvae : 2nd st.</i>)	<i>Sympiesis</i>	9	0	6,4	7	0	2,1
	<i>Cotterellia</i>	5	5	5,6	35	110	31,1
	<i>Pediobius</i>	56	114	87,9	124	156	66,7
Larves de 3 ^e st. (<i>Larvae : 3rd st.</i>)	<i>Sympiesis</i>	34	6	10,8	4	8	4,4
	<i>Cotterellia</i>	7	9	4,0	21	22	17,4
	<i>Pediobius</i>	138	204	85,1	69	144	78,1
Larves de 4 ^e st. (<i>Larvae : 4th st.</i>)	<i>Sympiesis</i>	105	118	20,1	8	0	2,0
	<i>Cotterellia</i>	0	3	0,3	52	31	19,5
	<i>Pediobius</i>	437	447	79,6	142	201	78,4
Nymphes (<i>Pupae</i>)	<i>Sympiesis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cotterellia</i>	3	4	53,5	10	7	58,3
	<i>Pediobius</i>	3	3	46,5	5	7	41,6
Total	<i>Sympiesis</i>	148	124	16,1	19	8	2,6
	<i>Cotterellia</i>	15	21	2,1	108	170	24,1
	<i>Pediobius</i>	634	768	81,8	335	508	73,2

ne donnaient naissance qu'à des mâles et qu'inversement des larves arrivées en fin de développement sortaient presque exclusivement des femelles. Ce faible mélange des populations larvaires n'est par conséquent pas favorable à la rencontre des sexes d'autant moins que la durée du cycle de développement de *Cotterellia* est très longue. A l'état endémique par contre le parasite peut trouver en permanence tous les stades larvaires de l'hôte ce qui est favorable à un meilleur équilibre du sex-ratio. *Sympiesis* se développe assez bien lorsque l'hôte est en état de pullulation mais moins bien que *Pediobius* en raison de la plus faible étendue de son spectre parasitaire. A l'état endémique il est par contre beaucoup plus rare. Cela tient au fait que les larves âgées de l'hôte sont elles-mêmes très peu nombreuses et qu'il se produit une concurrence avec les autres parasites mieux adaptés en raison de la plus grande étendue de leur spectre d'activité.

2. — Activité générale des parasites en fonction de la dynamique des populations.

Lorsque l'insecte se trouve à l'état endémique on observe en permanence sur les palmes tous les stades de développement du ravageur. Les parasites trouvent ainsi toujours des hôtes favorables à leur développement (Fig. 4). Par contre lorsque le ravageur pullule il n'en est pas de même. Au cours des 13 semaines nécessaires au développement de *Coelaenomenodera* on ne peut trouver pendant 2 à 3 semaines presque aucune larve sur les feuilles. Il en résulte une chute des niveaux de population des parasites qui, ne trouvant plus d'hôtes favorables, meurent sans descendance. Le cycle suivant démarre ensuite brutalement et on ne peut dénombrer, pendant les 10 premiers jours, que des larves de 1^{er} stade qui sont, comme on l'a vu, impropres au développement des parasites indigènes. Puis se présentent des larves des 2^e et 3^e stades qui, si elles peuvent servir d'hôtes à *Pediobius setigerus*, meurent en une forte proportion avant que le parasite

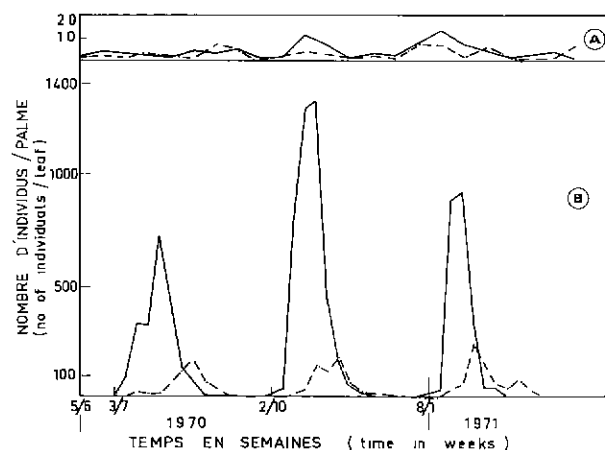


FIG. 4. — Dynamique des populations du 4^e stade larvaire de *Coelaenomenodera elaeidis* Mtk. et de ses parasites (*Dynamic of populations of 4th larval stage C. elaeidis Mtk. and of its parasites*). A — Etat endémique (*Endemic*). B — Etat de pullulation (*Pullulation*). — 4^e stade larvaire de (*4th stage of*) *Coelaenomenodera*. — — — Parasites.

ait eu le temps d'atteindre le stade nymphal. On a également vu que *C. podagrica* s'accommodait encore plus mal de l'apparition successive des différents stades larvaires. Viennent enfin les larves de 4^e stade qui sont les hôtes les plus favorables à *P. setigerus* comme à *S. aburiana* mais on n'observe ce stade que pendant quelques semaines seulement. Les parasites commencent à se développer réellement lorsque les populations de l'hôte ont presque complètement disparu (Fig. 4).

On a étudié l'importance du parasitisme global sur les larves de 4^e stade dans ces deux types de situations. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau VIII.

Les observations ont été réalisées simultanément sur 2 plantations de même âge et se trouvant à quelques kilomètres l'une de l'autre. Lorsque l'insecte

TABLEAU VIII. — Importance du parasitisme sur les larves de 4^e stade en endémie et en pullulation
(Degree of parasitism of 4th stage larvae endemic and during pullulation)

Périodes d'étude (Study period)	Pullulation			Endémie (Endemic)		
	Nbre de larves observées (No. of larvae observed)		p. 100. parasit.	Nbre de larves observées (No. of larvae observed)		p. 100. parasit.
	vivantes (living)	parasitées (parasited)		vivantes (living)	parasitées (parasited)	
Juin-Août (June-August) 1970.....	2 026	510	20,1	38	38	50,0
Sept.-Nov. (Sept.-Nov.) 1970.....	4 056	564	12,2	64	40	38,5
Janvier-Mars (Jan.-March) 1971.....	2 265	654	22,4	64	48	42,8
Avril-Juin (April-June) 1971.....	153	39	20,3	68	48	41,4
Moyenne (Mean)	2 125	442	17,2	58	43	42,6

est à l'état endémique le parasitisme larvaire est 2,5 fois plus efficace que lorsque l'insecte se trouve en état de pullulation.

CONCLUSION

Ces études ont montré que les parasites larvaires de *C. elaeidis* en Afrique occidentale avaient un spectre d'activité relativement étroit. *P. setigerus* s'attaque aux larves dès le 2^e stade mais bon nombre de larves de l'hôte meurent avant d'avoir assuré le complet développement du parasite. *C. podagrica*, efficace lorsque les populations se trouvent à l'état endémique, disparaît presque complètement en pullulation. *S. aburiana* enfin, est un parasite presque strict du 4^e stade larvaire. Si ce complexe parasitaire assure son rôle lorsque les parasites peuvent trouver des hôtes favorables en permanence il n'en va plus de même avec une augmentation des populations qui se traduit par une apparition successive des différents stades de développement du ravageur. On a donc pensé qu'il serait

intéressant d'introduire un nouveau parasite ayant un spectre d'action plus étendu et qui soit mieux adapté aux jeunes stades larvaires. Un tel parasite aurait toutes chances d'avoir un meilleur comportement vis-à-vis d'une population se manifestant de façon cyclique ; en effet, pouvant commencer à se multiplier dès l'apparition des plus jeunes stades larvaires, il aurait plus de temps pour se développer et aurait par conséquent une action plus grande sur la réduction des populations du ravageur.

C'est sur cette idée que l'on a basé le principe d'une méthode de lutte biologique. Après avoir étudié la répartition des différentes espèces d'hispines s'attaquant aux palmiers, des missions ont été organisées dans plusieurs pays pour étudier le stock parasitaire de ces hispines et introduire en Côte-d'Ivoire les espèces les plus intéressantes. En Côte-d'Ivoire des salles de quarantaine à température, hygrométrie et luminosité variables ont été mises en place pour recevoir ces parasites et en tenter l'élevage sur leur nouvel hôte. Ces diverses tentatives feront l'objet de deux études ultérieures.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] MARIAU D. et MORIN J. P. (1971). — Etudes sur la biologie de *Coelaenomenodera elaeidis*. II — Description et biologie des principaux parasites. *Oléagineux*, 26, 2, p. 83-88.
- [2] MAULIK S. (1920). — A new hispid beetle injurious to the oil palm in the Gold Coast. *Bull. Ent. Res.*, X pt 2, p. 171-174.

SUMMARY

Larval parasites of *Coelaenomenodera elaeidis* Mik., Oil Palm Hispid in West Africa. Introduction to a Method of biological Control.

D. MARIAU, R. PHILIPPE, R. LECOUSTRE, *Oléagineux*, 1978, 33, N° 4, p. 153-160.

There are three main larval parasites associated with *Coelaenomenodera elaeidis*: *Sympiesis aburiana* Waterst., *Pediobius setigerus* Kerrich., and *Colletellia podagrica* Waterst. The biological characteristics of all three are described; details are also given of the parasite spectrum, and a comparison is made of the respective efficacy of the parasites according to whether the host is in an endemic or a swarming phase. In view of the relatively narrow spectrum of these parasites and their poor performance when the different host stages occur successively instead of all being present at once, the completion of this parasite 'bank' by the introduction of other species is contemplated. These attempts at introduction will be the subject of further studies.

RESUMEN

Parásitos larvales de *Coelaenomenodera elaeidis* Mik., hispine de la palma aceitera en África occidental. Introducción para un método de lucha biológica.

D. MARIAU, R. PHILIPPE, R. LECOUSTRE, *Oléagineux*, 1978, 33, N° 4, p. 153-160.

Tres parásitos larvales principales quedan asociados con *Coelaenomenodera elaeidis*: *Sympiesis aburiana* Waterst., *Pediobius setigerus* Kerrich., y *Colletellia podagrica* Waterst. Se dan las características biológicas de dichos 3 parásitos; también se dan detalles, especialmente sobre el espectro de los parásitos y la eficacia de los mismos en relación unos con otros según el hospedero esté en estado endémico o en estado de pullulación. Considerando el espectro relativamente reducido de tales parásitos y su mal comportamiento cuando los diversos estados del huésped no están mezclados sino que se presentan sucesivamente, se consideró la posibilidad de completar esta reserva de parásitos introduciendo otras especies. En lo sucesivo se hará dos estudios sobre estos intentos de introducción.

Larval Parasites of *Coelaenomenodera elaeidis* Mlk., Oil Palm Hispid in West Africa

Introduction to a Method of biological Control

D. MARIAU (1), R. PHILIPPE (2) and R. LECOUSTRE (2)

INTRODUCTION

Observed for the first time in the 1920's by Maulik [2], *Coelaenomenodera elaeidis* was little studied until the past 10 years. Work which has appeared during this time has dealt primarily with the description of the pest and its parasites and the damage it does, as well as the devising of chemical means of control. After a fairly complete study of the various aspects of the biology of the pest, the I. R. H. O., in collaboration with SODEPALM (3), is seeking possibilities of biological control. Ground or aerial chemical treatments will not generally cause a sufficient mortality to wipe out a focus of infestation because of the high reproductive rate of the pest, its mining habit, and the massive bulk of the palm foliage. Moreover, such methods are highly toxic for some of its natural parasites and predators. Since publication of some studies on larval parasites [1], further information has been collected on their behaviour and their role in the dynamics of the populations. Research was re-oriented in the light of results obtained, and the principles of a method of biological control outlined.

PARASITES OF THE *COELAENOMENODERA ELAEIDIS* LARVAE.

The larvae of the hispid are attacked by 3 principal parasites belonging to the *Eulophidae* family (Hymenoptera Chalcidoidea). A fourth parasite, *Closterocerus africanus*, plays a negligible role in limiting the *C. elaeidis* populations, and will not be treated here.

1) *Sympiesis (Dimmockia) aburiana* (Waterst.).

General.

The eggs are laid in the larval tunnel and stick to the host's body as it moves around. The larva lives as an ectoparasite, (Fig. 1), pupation taking place in the tunnel after the larva has fixed the end of its abdomen with a short filament. The length of the complete cycle is 14.5 days. Under laboratory conditions (26 °C, 85 p. 100 humidity and 12 hours at 1 500 lux), the females lay an average of 50 eggs. Under these same conditions, the average life of the female is 32 days (4 to 64), and of the male, 19.5 days (3 to 43). Mating can take place as soon as they leave the tunnel. Unmated females give birth only to males (parthenogenetic arrhenotoky).

Parasite spectrum.

Under natural conditions larval tunnels of several populations have been examined, and the number of parasites per stadium noted. Results obtained are given in table I.

Thus *S. aburiana* is principally attracted to larvae in the latest stages of development. First-instar larvae are never hosts, and pupas only exceptionally.

In the laboratory, parasites were introduced into larval tunnels containing 3rd or 4th stadium larvae, or both stages simultaneously. Parasitism reached 21 p. 100 (24 larvae out of 114) in 4th stadium larvae, whereas only 1.7 p. 100 of 3rd stadium larvae became hosts (2 out of 120). Where both stages were present simultaneously, 18 p. 100 of 4th stadium larvae were parasited (42 out of 228), whereas only 0.4 p. 100 of 3rd stadium larvae were affected (1 out of 228). Thus, *S. aburiana* females lay very few eggs on the larvae before the 4th stadium, even when they are obliged to.

Number of individuals per host.

The number of larvae or pupas of *Sympiesis* per stadium was recorded (Table II).

Whatever the size of the host, the number of parasites per larva is practically the same.

2) *Pediobius setigerus* Kerrich.

General.

Here we have an internal parasite; the egg is laid in the body of the host. Shortly before imaginal ecdysis the larva of the parasite fixes itself to the tunnel wall with a filament (Fig. 2). The length of the development cycle is not known precisely, since it has not been possible to breed *P. setigerus*. According to observations in nature, it is believed that the cycle lasts about 15 days. The sex ratio is heavily in favour of the females: 90 p. 100.

Parasite spectrum.

Larva populations were examined in different situations, and parasitism at various larval instars noted, as was done with *Sympiesis*. To get an accurate idea, all apparently healthy larvae were dissected to count the number of parasites they might contain. It is easy to observe even the smallest larva of the parasite with a magnifying glass, but not their eggs. Given the extreme shortness of the incubation period, they must not be seen very frequently. The results of these observations are recorded in table III.

The parasite spectrum of *P. setigerus* is therefore perceptibly larger than that of *S. aburiana*. But the larvae which reach the last stage of development are preferred to those of the 2nd and 3rd stadia, and 1st stadium larvae are never attacked.

Number of individuals per host.

Larva populations were examined within a *Coelaenomenodera* population in the endemic state, i. e. where all stages in the development of the pest are permanently present. Apparently healthy larvae were dissected in order to count the parasite larvae which they might contain. Affected larvae were counted separately, while the parasite was in the pupa stage, and the number of parasite pupas per cast-off skin of the host larva were counted. Results of these observations are given in table IV.

A very large increase in the size of the host leads to only a slight increase in the number of parasites. A *Coelaenomenodera* larva at the end of the 2nd stadium of development measures only 2-2.4 mm, whereas just before imaginal ecdysis it measures 4.8 to 6.8 mm. Where size is increased threefold, the number of parasite larvae per host increases only 20 p. 100. Apparently, mortality at the larval stage in the parasite is low; there is a difference of less than 10 p. 100 between the number of larvae and the number of pupas per host at the 2nd stadium, less than 5 p. 100 for larvae at the 3rd or 4th stadium.

Given the very small larval populations observed when the insect is in the endemic state, and in order to have sufficient individuals, observations were continued for several months. During this period, one was as likely to encounter parasites in the larval stage as the pupa stage, keeping in mind the length of each stage, of course. In 4th stadium *Coelaenomenodera* larvae, 79 p. 100 of parasites were found at pupa stage. The ratio of the number of larvae at 4th stage affected by parasite pupas to the number of larvae infested by parasite larvae was equal to 3.74. This ratio must just about correspond to that which exists between the length of the pupa stage of *P. setigerus* and that of the larval stages. It can thus be inferred that most 4th stadium *Coelaenomenodera* larvae will support the parasite until the completion of its development. It is noted that the case is very different in the younger stadia (2nd and 3rd). For the 3rd stadium 69 p. 100 of the parasites are found to be at the pupa stage, and only 36 p. 100 for the 2nd instar. The ratio of larvae parasited by pupae to the number of larvae parasited by larvae is 2.27 and 0.58 respectively. In the case of 3rd instar larvae, for 48 larvae parasited by larvae, if one adopted the relationship of 3.74 calculated for 4th instar larvae, 179 larvae parasited by pupae should have been observed instead of 109, or a loss of nearly 40 p. 100. Similarly, for 2nd instar larvae, 273 larvae parasited by pupae should have been found instead of 42, or a loss of 85 p. 100. Thus the following phenomenon is noted: on the one hand, 60 p. 100 of 3rd instar larvae and only 15 p. 100 of 2nd instar larvae allow normal development of their parasite larvae up to pupation, with the very low mortality observed, and on

(1) Entomology Department, Port Bouet Station, B. P. 7013 Abidjan Airport (Ivory Coast).

(2) Entomology Service, La Mé Station, B. P. 13 Bingerville (Ivory Coast).

(3) SODEPALM: Society for the development of oil palm and coconut in the Ivory Coast.

the other hand, 40 p. 100 of 3rd instar larvae and 85 p. 100 of 2nd instar larvae die, causing the death of all the parasitic larvae which they contain.

In conclusion, it is noted that the parasite spectrum of *P. setigerus* is much wider than that of *S. aburiana*, but this advantage is largely offset by the fact that a very large number of young *Coelaenomenodera* larvae die before assuring full development of their parasites.

3) *Cotterellia podagrica* (Waterst.).

General.

This is a strictly internal parasite, whose pupa develops in the cast-off skin of its host. There is never more than one parasite per host (Fig. 3). The development cycle is much longer than that of the preceding parasites: 41 or 42 days (11 or 12 days as a larva and 30 as a pupa). The sex of the parasite is influenced by the size of the host. Larvae which feed on young larval stages give birth exclusively to males, and the adults coming from *Coelaenomenodera* pupae are all female.

Parasite spectrum.

In a population of *Coelaenomenodera* in an endemic state, all individuals in all larval and pupal stages have been examined.

Tables V and VI summarize the results of these observations in two situations. First-instar larvae are not included, since they are never parasitized. The column «number of individuals examined» includes not only the living and parasitized individuals in the stage considered, but all individuals in the later stages, whatever their condition, and whether or not they were parasitized during the younger instars.

As with *P. setigerus*, it is noted that the parasite spectrum of *C. podagrica* can be quite variable from one place to another, and is even wider than that of *P. setigerus*. While the latter virtually never attacks pupae, the activity of *C. podagrica* may in certain cases be as intense on the pupae as on the young larvae, or even the older ones. In spite of its large parasite spectrum, this parasite is of minimal interest because of its long cycle of development. It cannot in fact accomplish more than one cycle during the larval cycle of the *Coelaenomenodera*. It will be seen that during swarming it is even less useful.

fairly well when the host is swarming but less well than *Pediobius* because of its narrower parasite spectrum. In the endemic state it is on the contrary much rarer. This is due to the fact that the older host larvae are themselves not very numerous, and there is competition with the other parasites which are better adapted thanks to their wider spectrum of activity.

2) General activity of the parasites in function of the dynamics of the populations.

In endemic populations, all instars of the pest are found at all times on the fronds. Thus the parasites always find hosts favourable to their development (Fig. 4). But when the pest is swarming, the situation changes. During the 13 weeks necessary for the development of *Coelaenomenodera*, 2-3 weeks may pass where virtually no larvae can be found on the fronds. A drop in the parasite populations results, because they die without reproducing, not having found satisfactory hosts. Then the following cycle begins brusquely, and for 10 days, only 1st instar larvae are found, which, as has been seen, will not support the development of indigenous parasites. Subsequently, 2nd and 3rd instar larvae appear, which, if able to serve as hosts for *Pediobius setigerus*, die frequently before the parasite can develop to the pupal stage. It has also been seen that *C. podagrica* had even greater difficulty adapting to the successive appearance of different larval stages. Finally, the 4th instar larvae develop, which are the best hosts for *P. setigerus* and for *S. aburiana*, but this stage only lasts for a few weeks. The parasites really begin to develop only when the host populations have nearly completely disappeared (Fig. 4).

The global parasitism of the 4th instar larvae has been studied in both these situations. The results obtained are given in table VIII.

These observations were conducted simultaneously on two plantations of the same age a few kilometers from each other. When the insect is at the endemic level, larval parasitism is 2.5 times as efficient as when it is swarming.

CONCLUSION

These studies have shown that the larval parasites *C. elaeidis* of West Africa had a relatively narrow spectrum of activity. *P. setigerus* attacks larvae from the 2nd stadium onwards, but many of the hosts die before the parasite is fully developed. *C. podagrica*, which is effective in endemic populations, disappears almost completely during swarming. Last, *S. aburiana* is virtually limited to 4th instar larvae. Whilst this parasite complex may be able to fill its role adequately when the parasites find favourable hosts on a permanent basis, the same does not apply when an increase in the pest populations leads to the successive appearance of the different stages of the pest. We thought it would be interesting therefore, to introduce a new parasite with a wider spectrum, better adapted to younger host instars. There would be a good chance of such a parasite putting up a better performance in the face of a population of cyclic behaviour. In fact, it could begin to reproduce as from the first appearance of young larvae, and would have more time to develop; consequently, it would have a greater action on the reduction of the pest populations.

It is on this idea that we have based our method of biological control. After having studied the distribution of the different species of hispids which attack palms, missions were organized in several countries to study the parasite stocks of these hispids and introduce the most interesting species into the Ivory Coast. Quarantine rooms of variable temperature, humidity and luminosity were set up in the Ivory Coast to receive these parasites, and to try to breed them on their new hosts. These experiments will be recorded in two subsequent papers.

COMPARED EFFICIENCY OF LARVAL PARASITES

1) Relative importance of the various parasites.

First of all, the relative importance of the 3 main species of larval parasites was studied and compared within *Coelaenomenodera* populations in an endemic state or during swarming.

The larval populations of both types of population were examined on several plantations, and after dissection of apparently healthy larvae, those attacked by one parasite or another were counted. The results of these observations are given in table VII.

It is noted that whatever the state of the pest population, *P. setigerus* is always the dominant parasite. This is explained by its extensive parasite spectrum. *C. podagrica* develops fairly well in endemic populations, but becomes very rare where the pest is swarming. It is known that in the latter state, larvae of different stages are found successively. It is possible to find larvae of all ages simultaneously, but only for a short time, not more than two of three weeks. We have seen also that young larval stages parasitized by *Cotterellia* give birth only to males, and conversely, larvae at the end of the cycle produce nearly all females. This weak mix of larval populations is consequently unfavourable to meeting of the sexes, and still less so because of the length of the development cycle of the *Cotterellia* is very long. On the endemic state, however, the parasite can find all larval stages of the host at all times, which favours a more balanced sex-ratio. *Symptesis* develops

